

Rec'd PCT/PTO 21 JUL 2005
PCT/JP 2004/000713

10/542917
01.3.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 0 月 2 4 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 6 4 7 6 7
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 6 4 7 6 7]

出 願 人
Applicant(s): トッパン・フォームズ株式会社

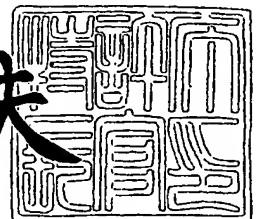
REC'D 29 APR 2004
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 4 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 3 2 2 2 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 TOPA200346
【提出日】 平成15年10月24日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C08L101/12
【発明者】
 【住所又は居所】 山梨県甲府市武田4丁目3番地11号 山梨大学工学部物質・生命工学科内
 【氏名】 奥崎 秀典
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区東新橋1-7-3 トッパン・フォームズ株式会社内
 【氏名】 石原 将義
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区東新橋1-7-3 トッパン・フォームズ株式会社内
 【氏名】 遠藤 康博
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区東新橋1-7-3 トッパン・フォームズ株式会社内
 【氏名】 高橋 裕也
【特許出願人】
 【識別番号】 000110217
 【氏名又は名称】 トッパン・フォームズ株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100062225
 【氏名又は名称】 秋元 輝雄
 【電話番号】 03-3475-1501
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003- 19120
 【出願日】 平成15年 1月28日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 001580
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9707006

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

水を主成分とし、導電性共役系高分子、界面活性剤および／またはアルコールを含むことを特徴とする導電性高分子ゲル。

【請求項 2】

電解質を含むことを特徴とする請求項 1 記載の導電性高分子ゲル。

【請求項 3】

前記導電性共役系高分子は、ドーパントがドーピングされていることを特徴とする請求項 1 あるいは請求項 2 記載の導電性高分子ゲル。

【請求項 4】

前記導電性共役系高分子は、導電性ポリピロールまたはポリチオフェンであることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の導電性高分子ゲル。

【請求項 5】

前記ドーパントは、ポリスチレンスルホン酸であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の導電性高分子ゲル。

【請求項 6】

前記界面活性剤は、アルキルベンゼンスルホン酸であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の導電性高分子ゲル。

【請求項 7】

前記アルコールは、炭素数 3 以上もしくは、多価アルコールであることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の導電性高分子ゲル。

【請求項 8】

導電性共役系高分子コロイド分散液および／または導電性共役系高分子溶液に、界面活性剤および／またはアルコールを添加して静置することにより前記導電性共役系高分子コロイド分散液および／または導電性共役系高分子溶液をゲル化させることを特徴とする導電性高分子ゲルの製造方法。

【請求項 9】

水を主成分とし、導電性共役系高分子、界面活性剤および／またはアルコールを含む導電性高分子ゲルを、短冊状に加工してなることを特徴とするアクチュエータ。

【書類名】明細書

【発明の名称】導電性高分子ゲル及びその製造方法並びにアクチュエータ

【技術分野】

【0001】

本発明は、容易にゲル化し、良好な導電性を備えてなる導電性高分子ゲル及びその製造方法並びに該導電性高分子ゲルを用いたアクチュエータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、導電性高分子ゲルとしては、例えば以下に示すものが知られている。

(1) 局所的な生体電気信号の測定および電気治療などに使用される生体用電極に好適な導電性高分子ゲルとして、水洗いしても粘着力が低下しないばかりか、むしろ水洗いすることによって粘着力が回復するものが開示されている（例えば、特許文献1参照）。具体的には、架橋された合成高分子、水、多価アルコールおよび電解質塩を含む導電性高分子ゲルは、架橋された合成高分子の割合が18～25重量%の範囲にあるとき、作製されたゲル中に占める高分子主鎖の割合が適度となり、弾強度の十分なゲルとなり、ゲル体の網目構造中に封入された電解液を安定に維持し得るため、上記特性を示す導電性高分子ゲルが得られると説明されている。

【0003】

(2) モノマーを電解重合 (electropolymerization) する製法により、3次元的なネットワークを形成したゲル状のポリチオフェンからなる固体フィルムが得られることが知られている（非特許文献1参照）。この製法によれば、モノマーの重合とゲル化が同一の工程で行われる必要がある。

【0004】

しかしながら、上記従来例による導電性高分子ゲル及びその製法には、次に述べるような課題があった。

上記(1)の導電性高分子ゲルは、電解質を含み、この電解質が導電性を発揮する機能を担っていることから、水の凝固点以下の温度域に晒された場合、導電性が不安定となるか、あるいは導電性が確保できなくなる恐れがあった。つまり、従来の導電性高分子ゲルは、水の凝固点以下とした低温の雰囲気では、良好な導電性を維持することは困難であった。

【0005】

一方、上記(2)の導電性高分子ゲルは、電解質を含むことなく導電性を発揮するが、モノマーの重合とゲル化が同一の工程で行われる必要があるため、工程が複雑となり、制御性という観点からは高度な技術を求められる。

【特許文献1】特開2001-406号公報

【非特許文献1】Synthetic Metals 99 (1999) 53-59

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、水の凝固点以下の温度域からなる雰囲気中に晒された場合でも、良好な導電性を維持することが可能であり、かつ、簡便な作業工程により安定して製造できる、導電性高分子ゲルを提供することを第一の目的とする。また、そのような導電性高分子ゲルを容易に製造できる製造方法を提供することを第二の目的とする。さらに、そのような導電性高分子ゲルを用いてなるアクチュエータを提供することを第三の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の請求項1に係る発明は、水を主成分とし、導電性共役系高分子、界面活性剤および／またはアルコールを含むことを特徴とする導電性高分子ゲルである。

【0008】

本発明の請求項 2 に係る発明は、請求項 1 記載の導電性高分子ゲルにおいて、電解質を含むことを特徴とする。

【0009】

本発明の請求項 3 に係る発明は、請求項 1 あるいは請求項 2 記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記導電性共役系高分子は、ドーパントがドーピングされていることを特徴とする。

【0010】

本発明の請求項 4 に係る発明は、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記導電性共役系高分子は、導電性ポリピロールまたはポリチオフェンであることを特徴とする。

【0011】

本発明の請求項 5 に係る発明は、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記ドーパントは、ポリスチレンスルホン酸であることを特徴とする。

【0012】

本発明の請求項 6 に係る発明は、請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記界面活性剤は、アルキルベンゼンスルホン酸であることを特徴とする。

【0013】

本発明の請求項 7 に係る発明は、請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記アルコールは、炭素数 3 以上もしくは、多価アルコールであることを特徴とする。

【0014】

本発明の請求項 8 に係る発明は、導電性共役系高分子コロイド分散液および／または導電性共役系高分子溶液に、界面活性剤および／またはアルコールを添加して静置することにより前記導電性共役系高分子コロイド分散液および／または導電性共役系高分子溶液をゲル化させることを特徴とする導電性高分子ゲルの製造方法である。

【0015】

本発明の請求項 9 に係る発明は、水を主成分とし、導電性共役系高分子、界面活性剤および／またはアルコールを含む導電性高分子ゲルを、短冊状に加工してなることを特徴とするアクチュエータである。

【発明の効果】

【0016】

本発明の請求項 1 に係る導電性高分子ゲルは、導電性を有するポリアセチレン、ポリフェニレン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフラン、ポリセレノフェンなどの導電性共役系高分子自体をゲル化して形成されたもので、例えば塩化マグネシウムなどの電解質を含まず、すなわち、水を主成分とし、導電性共役系高分子、界面活性剤および／またはアルコールを含む導電性高分子ゲルを構成する導電性共役系高分子が導電性をもたらしているため、たとえ水の凝固点以下の温度域からなる雰囲気中に晒された場合でも、良好な導電性が保たれる。ゆえに、本発明の導電性高分子ゲルは、外気が水の凝固点以下となるような厳しい条件下で使用した際にも安定した導電性が求められている、例えば各種電池における電解質として使用でき出力特性の安定性の向上に寄与することができる他、電解刺激応答、吸湿応答や感熱応答といった機能性ゲルなどとして導電性を利用した各種用途に適用可能である。

【0017】

本発明の請求項 2 に係る導電性高分子ゲルは、請求項 1 記載の導電性高分子ゲルにおいて、電解質を含むことを特徴とするものである。本発明の導電性高分子ゲルは電解質を含む構成としてもよく、電解質を含有することにより、水の凝固点より高い温度域とした雰囲気中に晒された場合には、イオン伝導に加えて電子伝導も働くことにより、一段と優れた導電性を備えることが可能となるので好ましい。

【0018】

本発明の請求項 3 に係る発明は、請求項 1 あるいは請求項 2 記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記導電性共役系高分子は、ドーパントがドーピングされていることを特徴とするものである。本発明の導電性高分子ゲルに含まれる導電性共役系高分子は、敢えてドーパントをドーピングしなくても、電解質を加えることなく導電性を示すが、ドーピングした導電性共役系高分子または、それをを用いたゲルは、電子伝導とイオン伝導の両者を備えており、水の凝固点以下の温度域からなる雰囲気に晒されるような事態に陥っても、イオン伝導が機能し、導電性は損なわれることがないので好ましい。

【0019】

本発明の請求項 4 に係る発明は、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記導電性共役系高分子は、導電性ポリピロールまたはポリチオフェンであることを特徴とするものである。上述した作用を示す導電性共役系高分子としては、例えば導電性を有するポリアセチレン、ポリフェニレン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフラン、ポリセレノフェン、ポリイソチアナフテン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアニリン、ポリフェニレンビニレン、ポリチオフェンビニレン、ポリペリナフタレン、ポリアントラセン、ポリナフタリン、ポリピレン、ポリアズレン、およびこれらの誘導体から選択された少なくとも 1 つが挙げられるが、中でも安定性や信頼性が高く、入手も容易であることから、導電性ポリピロールまたはポリチオフェンが好適に用いられる。

【0020】

本発明の請求項 5 に係る発明は、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記ドーパントは、ポリスチレンスルホン酸であることを特徴とするものである。前記ドーパントとしては、例えばヨウ素、フッ化砒素、塩化鉄、過塩素酸、スルホン酸、パーフルオロスルホン酸、ポリスチレンスルホン酸、硫酸、塩酸、硝酸、およびこれらの誘導体から選択された少なくとも 1 つが挙げられるが、中でも、高い導電性を容易に調整できることから、ポリスチレンスルホン酸が好ましい。

【0021】

本発明の請求項 6 に係る発明は、請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記界面活性剤は、アルキルベンゼンスルホン酸であることを特徴とするものである。前記界面活性剤としては、例えばアルキル硫酸またはそのエステル塩、ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸またはそのエステル塩、アルキルベンゼンスルホン酸またはその塩、アルキルナフタレンスルホン酸またはその塩、アルキルスルホコハク酸またはその塩、アルキルジフェニルエーテルジスルホン酸またはその塩、ナフタレンスルホン酸またはそのホルマリン縮合物及びこれらの誘導体から選択された少なくとも一つが挙げられるが、中でも、ゲル化後における化学的安定性から、アルキルベンゼンスルホン酸が好ましい。

【0022】

本発明の請求項 7 に係る発明は、請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の導電性高分子ゲルにおいて、前記アルコールは、炭素数 3 以上もしくは、多価アルコールであることを特徴とするものである。前記アルコールとしては、例えばイソプロピルアルコール、ブタノール、エチレングリコール、プロピレングリコール、グリセリン、エリスリトール、ポリエチレングリコール、ポリビニルアルコール及びこれらの誘導体から選択された少なくとも一つが挙げられるが、中でも、炭素数 3 以上もしくは、多価アルコールが好ましく、特にエチレングリコール及びポリエチレングリコールがより好ましい。

【0023】

本発明の請求項 8 に係る導電性高分子ゲルの製造方法は、導電性共役系高分子コロイド分散液および／または導電性共役系高分子溶液に、界面活性剤および／またはアルコールを添加して静置することにより前記導電性共役系高分子コロイド分散液および／または導電性共役系高分子溶液をゲル化させることを特徴としている。

本発明の製法では、予め重合してある導電性共役系高分子コロイド分散液および／または導電性共役系高分子溶液を出発原料として用いることから、従来法のようにモノマーの重合とゲル化とを同一の工程で実施する必要がなく、導電性共役系高分子コロイド分散液

および／または導電性共役系高分子溶液に、添加物として界面活性剤および／またはアルコールを気泡などが発生しないように注ぎ入れて添加し、次いで、通常の大気圧雰囲気にある開放空間あるいは密閉空間内に、所定時間振動が加わらない状態で放置（以下、静置と称する場合がある）するだけで、3次元的なネットワークが形成されて容易にゲル化し、上述した良好な導電性を示す導電性高分子ゲルが安定して得られる。

本発明の製法では、モノマーの重合とゲル化が同一の工程である必要がないので、導電性高分子ゲルの低コスト化が図れるとともに、優れた量産工程を実現することができる。

【0024】

本発明の請求項9に係る発明は、水を主成分とし、導電性共役系高分子、界面活性剤および／またはアルコールを含む導電性高分子ゲルを、短冊状に加工してなることを特徴とするアクチュエータである。短冊状に加工した導電性高分子ゲルを浸漬させる溶液を、水と、例えばアセトンなどからなる溶剤とに置換するだけで、短冊状に加工した導電性高分子ゲルはその長手方向に伸び縮みする動作を繰り返すことができるので、各種アクチュエータとして利用できる機能を備えている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。

本発明においては、導電性共役系高分子コロイド分散液および／または導電性共役系高分子溶液（以下、略して導電性共役系高分子コロイド分散液と称することがある）や、ドーパントでドーピングされた導電性共役系高分子コロイド分散液に、界面活性剤および／またはアルコールを添加して、ゲル化条件下におくことにより前記導電性共役系高分子コロイド分散液をゲル化させ、導電性高分子ゲルを得ることができる。本発明の導電性高分子ゲルは、後述する実施例において具体例を示すように、導電性を有するゲルであり、高粘度を有するが流動する流体とは異なる性質を有する。例えば大気圧下、常温において本発明の導電性高分子ゲルが入ったビーカーなどの容器を傾斜させたり、逆さまにして流出させようとしても、本発明の導電性高分子ゲルはビーカーなどから外に流出しない特性を有する。

【0026】

図1は、導電性を有するポリ（3，4-エチレンジオキシチオフェン）-ポリ（スチレンスルホン酸）（PEDOT/PSS）の分子構造を模式的に示す説明図である。

図2（A）は、PEDOT/PSSのコロイド水分散液を模式的に示す説明図であり、（B）は、（A）に示したPEDOT/PSSのコロイド水分散液に、界面活性剤を添加してゲル化して得られた本発明の導電性高分子ゲルを模式的に示す説明図である。

【0027】

図2（A）に示したように、PEDOT/PSSのコロイド水分散液1は、水2中にPEDOT/PSS分子3が分散している。このPEDOT/PSSのコロイド水分散液1に、界面活性剤4を添加してゲル化条件に置くことにより図2（B）に示したように、界面活性剤4を介して3次元的なネットワークが形成され、その中に水2を包含して容易にゲル化し、本発明の導電性高分子ゲル5が得られる。

【0028】

このようにPEDOT/PSSのコロイド水分散液に、界面活性剤（および／またはアルコール）を添加してゲル化条件に置くことによりゲル化するのは、物理的あるいは化学的に3次元的なネットワークが形成されることによるものと考えられ、また、得られたゲルが導電性を示すのは電子伝導性および／またはイオン伝導性によるものと考えられる。勿論これらの考え方に限定されるものではない。

【0029】

本発明におけるゲル化条件は特に限定されない。後述する実施例において具体例を示すように、例えば、導電性共役系高分子コロイド水分散液に、大気圧下、常温などの条件で界面活性剤および／またはアルコールを添加してよく混合した後、氷結温度以上沸騰温度以下の温度範囲内の所定の温度に所定時間静置することにより容易にゲルを得ることがで

きる。

【0030】

ゲルを得るための温度は、好ましくは5～90℃であり、さらに、導電性が高く、取扱性のよい固いゲルを得るためには50℃以上の温度が望ましい。

【0031】

静置する際の温度や時間は、導電性共役系高分子コロイド分散液の種類や、界面活性剤およびアルコールの種類やその組合せや添加量などにより異なるので、効率よくゲル化でき、良好なゲルが得られる温度や時間を適宜選定することが望ましい。

【0032】

本発明で用いる導電性共役系高分子コロイド分散液は、導電性を有するポリアセチレン、ポリフェニレン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフラン、ポリセレンフェン、ポリイソチアナフテン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアニリン、ポリフェニレンビニレン、ポリチオフェンビニレン、ポリペリナフタレン、ポリアントラセン、ポリナフタリン、ポリピレン、ポリアズレン、およびこれらの誘導体から選択された少なくとも1つの導電性共役系高分子や、ヨウ素、フッ化砒素、塩化鉄、過塩素酸、スルホン酸、パーフルオロスルホン酸、ポリスチレンスルホン酸、硫酸、塩酸、硝酸、およびこれらの誘導体から選択された少なくとも1つのドーパントでドーピングしたこれらの導電性共役系高分子を、例えば水中にコロイド状態で分散させたものであり、具体的には、例えば、3,4-エチレンジオキシチオフェンをトルエンスルホン酸鉄(III)などの触媒の存在下で重合して得られるポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリ(スチレンスルホン酸)コロイド水分散液(以下、PEDOT/PSSと称す)(商品名: Baytron P、導電性ポリマー(PEDOT/PSS)の濃度約1.3質量%、バイエル社製)を挙げることができる。

【0033】

また、本発明で用いる導電性共役系高分子溶液は、前記導電性共役系高分子を例えば水あるいは有機溶剤などに溶解したものである。

本発明において導電性共役系高分子コロイド分散液や導電性共役系高分子溶液は、単独で使うことができるが、両者を任意の割合で組み合わせて使うこともできる。

【0034】

本発明で用いる界面活性剤は、特に限定されるものではなく、公知のカチオン性界面活性剤、アニオン性界面活性剤、両性界面活性剤、非イオン性界面活性剤あるいはこれらの2種以上の混合物から選択された少なくとも1つの界面活性剤を用いることができる。

【0035】

カチオン性界面活性剤としては、例えば第4級アルキルアンモニウム塩、ハロゲン化アルキルピリジニウムなどを挙げることができる。

【0036】

アニオン性界面活性剤としては、例えば、アルキル硫酸またはそのエステル塩、ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸またはその塩、アルキルベンゼンスルホン酸またはその塩、アルキルナフタレンスルホン酸またはその塩、アルキルスルホコハク酸またはその塩、アルキルジフェニルエーテルジスルホン酸またはその塩、脂肪酸またはその塩、ナフタレンスルホン酸またはそのホルマリン縮合物などを挙げることができる。

【0037】

両性界面活性剤としては、例えば、アルキルベタイン、アミノオキサイド、加水分解コラーゲンなどを挙げることができる。

【0038】

非イオン性界面活性剤としては、例えば、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレン、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンルビトール脂肪酸エステル、ポリオキシエチレン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレン硬化ひまし油、ポリオキシエチレンアルキルアミン、アルキルアルカノールアミド、あるいはこれらの誘導体などを挙げる

ことができる。

【0039】

これらの界面活性剤の中でも、長鎖アルキルベンゼンスルホン酸がゲル化効率が向上するため特に好ましく使用できる。

【0040】

本発明で用いる界面活性剤の導電性高分子ゲル中の添加量は、特に限定されるものではないが、通常、導電性高分子1質量部に対して0.1～30質量部が好ましく、さらに好ましくは0.5～10質量部である。0.1質量部未満ではゲル化しない恐れがあり、30質量部を超えるとやはりゲル化しない恐れがあり好ましくない。

【0041】

本発明で用いるアルコールは、特に限定されるものではなく、公知の1価アルコールおよび多価アルコールあるいはこれらの2種以上の混合物から選択された少なくとも1つのアルコールを用いることができる。

【0042】

1価アルコールとしては、例えば、エタノール、イソプロピルアルコール、ブタノールなどの分枝状あるいは直鎖状アルコール、環状アルコール、ポリマー状アルコールあるいはこれらの2種以上の混合物などを挙げるることができる。

【0043】

多価アルコールとしては、例えば、エチレングリコール、プロピレングリコールなどのグリコール類、グリセリン、エリスリトール、キシリトール、ソルビトールなどの鎖状多価アルコール、グルコース、スクロールなどの環状多価アルコール、ポリエチレングリコール、ポリビニルアルコールなどのポリマー状多価アルコールあるいはこれらの2種以上の混合物などを挙げるることができる。

【0044】

これらのアルコールの中でも、イソプロピルアルコール、エチレングリコール、ポリエチレングリコールが好ましく使用できるが、中でも多価アルコールであるエチレングリコールやポリエチレングリコールは次の理由から好適である。エチレングリコールは低濃度でもゲル化させる効果があり、また、揮発性がないため特に好ましく使用できる。また、ポリエチレングリコールの分子量は特に限定されないが、分子量400のものより分子量1000のものの方が添加量が少なくてもゲル化するので好ましい。

【0045】

本発明で用いるアルコールの導電性高分子ゲル中の濃度は、特に限定されるものではないが、通常導電性高分子1質量部に対して1～70質量部が好ましく、さらに好ましくは10～50質量部である。1質量部未満ではゲル化しない恐れがあり、70質量部を超えると薄くなり過ぎてやはりゲル化しない恐れがあり好ましくない。

【0046】

本発明において界面活性剤とアルコールは、単独で使用するができるが、両者を任意の割合で組み合わせて使用することもできる。

本発明において界面活性剤とアルコールを併用する場合の両者の比率は特に限定されるものではない。

【0047】

以下に本発明に係る導電性高分子ゲルの製法として代表的な2つの手法について説明する。

【0048】

<第一の手法>

第一の手法は、通常のバイアル瓶内で作製する方法であり、その作業手順を次に示す。

(1a) Baytron P をバイアル瓶にピペットで滴下し、量り取る。

(1b) そこへ、エチレングリコール等の添加剤を同様にピペットで滴下し添加する。

(1c) バイアル瓶の蓋を室温・大気中で閉めて密閉し、バイアル瓶中の溶液を回すようにして静かに手でバイアル瓶を1分ほど振り攪拌する。

(1 d) バイアル瓶を密閉したまま、温度条件 10℃ (：冷蔵庫内)、25℃ (：室内)、50℃ (：加熱炉内) に保たれた環境下に、安定した場所に立て、静置する。その際、バイアル瓶を取り巻く雰囲気は、それぞれの温度下での空気とする。

(1 e) 約 3 日後、ゲル化しているのを確認したうえ取り出し、室温程度に戻った後に冷暗所 (5℃ から 10℃) に保存する。

上述した (1 a) ~ (1 e) により、本発明の導電性高分子ゲルがバイアル瓶内に得られる。

【0049】

<第二の手法>

第二の手法は、フィルム状 (短冊状) ゲルを作製する方法であり、その作業手順を次に示す。

(2 a) 先ず第一の手法の (1 c) で得られたエチレングリコールを添加した溶液を、PYREX (登録商標) 製のガラスの受け皿に気泡を入れずに、静かに注ぎ入れ、皿の底に完全に満たす。その際、受け皿を取り巻く外気は、それぞれの温度下での空気とする。

(2 b) 50℃ 設定温度下 (：加熱炉内)、水平で安定した場所に、常圧・空気中に静置する。

(2 c) 約 3 日後、ゲル化しているのを確認した上、取り出して室温程度にもどるまで放置する。

(2 d) 蒸留水を霧吹きでゲル表面全体にかけて 30 秒程度、室温・大気中で放置する。

(2 e) ゲル表面が満たされる程度の量の溶剤、例えばアセトンを静かに皿の端の方から注ぎ入れる。

(2 f) 受け皿の底とゲルの間に鋭利な治具、例えばピンセットの先端部を入れ、ゲルを剥がし取る。

(2 g) 剪断手段、例えば剃刀の刃を用い、ゲルをゆっくりと引き切り、ゲルを任意の幅・長さにより切り分ける。

上述した (2 a) ~ (2 g) により、短冊状に加工してなる導電性高分子ゲルが得られる。

【0050】

本発明に係る導電性高分子ゲルの電気的特性である導電性と電位差は、例えば次に示す方法により確認できる。

【0051】

<導電性の測定法>

(3 a) 上記 (1 c) で得られた調製液内に、上底と下底が空いている、内径 5 mm、高さ 10 mm の円筒状セルを入れて、ゲルを形成させる。

(3 b) ゲルが形成された場合、円筒内部にゲルが内包された状態でセルを大気中に取り出す。

(3 c) 大気中において、円筒状セルの上底と下底をなしているゲルの露出部それぞれに、各露出部を覆うように全面に白金電極を設置する。

(3 d) 円筒状セルに内包されたゲルの両端を、上記白金電極で挟み、2 端子法により導電性の測定を行った。

【0052】

<電位差の測定法>

(4 a) 上記 (1 e) で得られたゲルを絶縁性材料からなる容器、例えばビーカーに移し、電極として銅板とアルミ板を 1 cm 程度間隔を開けて、ゲルに差し込み固定する。

(4 b) 電極をなす両板と銅製のリード線を介して、テスターを連結し、測定回路を形成する。

(4 c) 測定回路を接続した直後に得られた電位を、テスターで読み取る。

上述した (4 a) ~ (4 c) により、導電性高分子ゲルの電位差は簡易に測定できる。

【0053】

次に実施例および比較例により本発明を詳しく説明するが、本発明の主旨を逸脱しない

限りこれらの実施例に限定されるものではない。

【0054】

<界面活性剤を添加してゲル化（密閉放置）>

以下に示す実施例 1～5 では、界面活性剤を添加してゲル化を図る際に、開放放置した場合について述べる。比較例 1 では、界面活性剤を添加せずに開放放置した場合について述べる。

【実施例 1】

【0055】

本例では、導電性共役系高分子コロイド分散液である PEDOT/PSS [商品名: Baytron P、導電性ポリマー (PEDOT/PSS) の濃度約 1.3 質量%コロイド水分散液、バイエル社製] 100 質量部に、添加物としてドデシルベンゼンスルホン酸 (Dodecylbenzene sulfonic acid: (C₁₂H₂₅C₆H₄SO₃H): 以下、DBSとも称す) を 0.7 質量部混合し、約 10 分間攪拌した後に、静置温度 10℃、25℃および 50℃にて、密閉して 1 日静置することにより、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

【0056】

個々の静置温度で得られた試料につき、ゲル化の度合いを調べた。その際、ゲル化の判定基準として、次に述べる三水準 (○印、△印、×印) を用いた。

○印は固化し、自立できる状態のものが得られた場合を、

△印は固化はしないが、高粘度のゲル状のものが得られた場合を、

×印は前述の二水準 (○印、△印) に該当しない場合を、それぞれ示す。

また、上記○印、△印のゲルが得られた場合、放置温度 50℃の試料を用いて上述した導電性の測定法を実施し、ゲルの導電性を調べた。表 1 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 2】

【0057】

本例では、添加物として混合させる DBS を 1.0 質量部とした以外は実施例 1 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃および 50℃にて、密閉して 1 日静置することにより、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表 1 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 3】

【0058】

本例では、添加物として混合させる DBS を 2.0 質量部とした以外は実施例 1 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃および 50℃にて、密閉して 1 日静置することにより、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表 1 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 4】

【0059】

本例では、添加物として混合させる DBS を 10 質量部とした以外は実施例 1 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃および 50℃にて、密閉して 1 日静置することにより、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表 1 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 5】

【0060】

本例では、添加物として混合させる DBS を 0.5 質量部とした以外は実施例 1 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃および 50℃にて、密閉して 1 日静置することにより、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行

った。表1にゲル化の判定結果を示した。

【0061】

(比較例1)

本例では、添加物としてDBSを混合させなかった(DBS=0質量部)以外は実施例1と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、密閉して1日静置することにより、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表1にゲル化の判定結果を示した。

【0062】

【表1】

	添加物 (質量部)	ゲル化の判定結果		
		静置温度(℃)		
		10	25	50
実施例1	0.7	×	×	○
実施例2	1.0	△	△	○
実施例3	2.0	○	○	○
実施例4	10.0	○	○	○
実施例5	0.5	×	×	△
比較例1	0	×	×	×

【0063】

表1より、以下の点が明らかとなった。

(11) DBSを添加することでゲル化させることができる。

(12) 放置温度を50℃とした条件下では、0.5質量部の添加量でもゲル化させることができる。

(13) DBSを1.5質量部以上とした場合は、放置温度に依存せずゲル化させることができる。

以上の結果から、DBSを0.5質量部～1.0質量部とした場合は放置温度が50℃の条件下のみゲル化させることができる。これに対して、DBSを1.5質量部以上とした場合は放置温度に依存せずゲル化が可能であることが分かった。

また、実施例1～5における導電性の測定結果から、DBSの添加量が多くなるにつれて、導電性が高くなる傾向が確認された。

【0064】

<アルコール類を添加してゲル化1(密閉放置)>

以下に示す実施例6～17では、アルコール類を添加してゲル化を図る際に、密閉放置した場合について述べる。

【実施例6】

【0065】

本例では、混合させる添加物をDBSに代えてエタノール(EtOH: C_2H_5OH : 以下、EtOHと略記する)を用い、その添加量を30質量部とし、また密閉して静置する時間を1日から1週間に変更した以外は実施例1と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表2にゲル化の判定結果を示した。

【実施例7】

【0066】

本例では、混合させる添加物をEtOHに代えてイソプロパノール(Isopropanol: $(CH_3)_2CHOH$: 以下、IPAと略記する)を用い、その添加量を30質量部とした以外は実施例6と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表2にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 8】

【0067】

本例では、混合させる添加物を EtOH に代えて分子量が 1000 のポリエチレングリコール (Polyethyleneglycol: $(\text{CH}_2\text{OH})_n$: 以下、PEG と略記する) を用い、その添加量を 10 質量部とした以外は実施例 6 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表 2 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 9】

【0068】

本例では、混合させる添加物を EtOH に代えて分子量が 1000 の PEG を用い、その添加量を 30 質量部とした以外は実施例 6 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表 2 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 10】

【0069】

本例では、混合させる添加物を EtOH に代えて分子量が 1000 の PEG を用い、その添加量を 50 質量部とした以外は実施例 6 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表 2 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 11】

【0070】

本例では、混合させる添加物を EtOH に代えてメタノール (Methanol: CH_3OH : 以下、MeOH と略記する) を用い、その添加量を 30 質量部とした以外は実施例 6 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表 2 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 12】

【0071】

本例では、混合させる添加物として EtOH を用い、その添加量を 10 質量部とした以外は実施例 6 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表 2 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 13】

【0072】

本例では、混合させる添加物として EtOH を用い、その添加量を 50 質量部とした以外は実施例 6 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表 2 にゲル化の判定結果を示した。

【実施例 14】

【0073】

本例では、混合させる添加物を EtOH に代えてイソブパノール (IPA と略記する) を用い、その添加量を 10 質量部とした以外は実施例 6 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行

った。表2にゲル化の判定結果を示した。

【実施例15】

【0074】

本例では、混合させる添加物をEtOHに代えてイソブパノール（IPAと略記する）を用い、その添加量を50質量部とした以外は実施例6と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表2にゲル化の判定結果を示した。

【実施例16】

【0075】

本例では、混合させる添加物をEtOHに代えてエチレングリコール（Ethylene glycol: (CH₂OH)₂: 以下、EGと略記する）を用い、その添加量を30質量部とした以外は実施例6と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表2にゲル化の判定結果を示した。

【実施例17】

【0076】

本例では、混合させる添加物をEtOHに代えてポリエチレングリコール（PEGと略記する）を用い、その添加量を70質量部とした以外は実施例6と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表2にゲル化の判定結果を示した。

【0077】

【表2】

	添加物 (質量部)					ゲル化の判定結果 静置温度(℃)					
	MeOH	EtOH	IPA	EG	PEG	10	25	50			
実施例6	30	30	30			×	—	○			
実施例7						×	△	○			
実施例8						×	×	○			
実施例9					10 30 50	×	×	○			
実施例10						×	×	○			
実施例11						×	○	○			
実施例12		10 50				×	×	△			
実施例13						×	×	△			
実施例14						×	△	△			
実施例15						×	×	△			
実施例16						10 50	30		×	△	△
実施例17									×	×	△
					70	×	△	△			

【0078】

表2より、以下の点が明らかとなった。

(21) 放置温度が10℃の条件下では何れの添加物でもゲル化させることはできない。

(22) 放置温度が25℃の条件下では、実施例7、10、13、15、17の場合のみ、ゲル化させることができる。

(23) 放置温度が50℃の条件下においては何れの場合もゲル化が確認された。

また、実施例6～17における導電性の測定結果から、添加物の種類に依存せず、ほぼ同様の導電性を有することが確認された。

【0079】

<アルコール類を添加してゲル化2（開放放置）>

以下に示す実施例18～22では、アルコール類を添加してゲル化を図る際に、開放放置した場合について述べる。

【実施例18】

【0080】

本例では、混合させる添加物をDBSに代えてエチレングリコール (Ethylene glycol: $(\text{CH}_2\text{OH})_2$; 以下、EGと略記する) を用い、その添加量を10質量部とし、静置する際に開放放置した以外は実施例6と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表3にゲル化の判定結果を示した。

【実施例19】

【0081】

本例では、混合させる添加物であるEGの添加量を30質量部とした以外は実施例18と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表3にゲル化の判定結果を示した。

【実施例20】

【0082】

本例では、混合させる添加物であるEGの添加量を50質量部とした以外は実施例18と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表3にゲル化の判定結果を示した。

【実施例21】

【0083】

本例では、混合させる添加物であるEGの添加量を5質量部とした以外は実施例18と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表3にゲル化の判定結果を示した。

【実施例22】

【0084】

本例では、混合させる添加物であるEGの添加量を70質量部とした以外は実施例18と同様に操作し、静置温度10℃、25℃および50℃にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例1と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。表3にゲル化の判定結果を示した。

【0085】

【表3】

	添加物 (質量部)	ゲル化の判定結果		
		静置温度(℃)		
	EG	10	25	50
実施例18	10	×	×	○
実施例19	30	×	×	○
実施例20	50	×	×	○
実施例21	5	×	×	△
実施例22	70	×	×	△

【0086】

表3より、以下の点が明らかとなった。

(31) 放置温度が10℃および25℃の条件下では何れの添加量でもゲル化させることはできない。

(32) 放置温度が50℃の条件下においてゲル化させることができる。特に、添加量を10～50質量部の範囲としたとき、安定してゲル化が図れる。

以上の結果から、開放放置条件下において、添加物としてエチレングリコール (EG) を用いた場合は、その添加量を 10～50 質量部とすることにより安定してゲル化が可能であることが分かった。

また、実施例 18～22 における導電性の測定結果から、EG の添加量が多くなるにつれて、導電性が若干低下する傾向が確認された。

【0087】

＜電解質を添加してゲル化（開放放置）＞

以下に示す実施例 23～26 では、界面活性剤やアルコール類を添加すると共に、電解質を添加してゲル化を図る際に、開放放置した場合について述べる。

【実施例 23】

【0088】

エチレングリコール (Ethylene glycol: $(\text{CH}_2\text{OH})_2$: 以下、EG と略記する)

本例では、添加物として EG からなるアルコールを用い、その添加量を 30 質量部とし、さらに電解質を添加した場合について述べる。電解質としては、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム (Trifluoromethanesulfonic Acid Lithium Salt: $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$: 以下、TFMS-Li と略記する) を用い、その添加量を 5 質量部とし、静置する際に開放放置した以外は実施例 18 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。

表 4 に、ゲル化の判定結果と電位差の測定結果を纏めて示した。

【実施例 24】

【0089】

本例では、電解質として TFMS-Li に代えてトリフルオロメタンスルホン酸銀 (Trifluoromethanesulfonic Acid Silver Salt: $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Ag}$: 以下、TFMS-Ag と略記する) を用い、その添加量を 5 質量部とした以外は実施例 23 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。

表 4 に、ゲル化の判定結果と電位差の測定結果を纏めて示した。

【実施例 25】

【0090】

本例では、添加物として DBS からなる界面活性剤を用い、その添加量を 2 質量部とし、さらに電解質を添加した場合について述べる。電解質としては TFMS-Li を用い、その添加量を 5 質量部とし、静置する際に開放放置した以外は実施例 23 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と導電性の測定を行った。

表 4 に、ゲル化の判定結果と電位差の測定結果を纏めて示した。

【実施例 26】

【0091】

本例では、電解質として TFMS-Li に代えて TFMS-Ag を用い、その添加量を 5 質量部とした以外は実施例 25 と同様に操作し、静置温度 10℃、25℃ および 50℃ にて、静置温度の異なる試料を個別に作製した。

本例で得られた各試料に対しても、実施例 1 と同様にゲル化の判定と、上述した方法により電位差の測定を行った。表 4 に、ゲル化の判定結果と電位差の測定結果を纏めて示した。なお、同じ測定法により蒸留水の電位差を測定したところ、100 mV であった。

【0092】

【表 4】

	添加物 (質量部)				ゲル化の判定結果 静置温度(℃)			電位差の測定結果 (mV)
	EG	DBS	TFMS-Li	TFMS-Ag	10	25	50	
実施例 23	30	0	5	0	×	×	○	100
実施例 24	30	0	0	5	×	×	○	300
実施例 25	0	2	5	0	×	×	○	150
実施例 26	0	2	0	5	×	×	○	400

【0093】

表 4 より、以下の点が明らかとなった。

(41) EG からなる添加物に、TFMS-Li からなる電解質を添加して得られたゲル(実施例 23)における電位差は蒸留水と変わらない。しかし、電解質を TFMS-Ag に代えて得られたゲル(実施例 24)の電位差は 3 倍に増加した。

(42) DBS からなる添加物に、TFMS-Li からなる電解質を添加して得られたゲル(実施例 25)における電位差は 5 割ほど増えた。そして、電解質を TFMS-Ag に代え、電位差は大幅に増加し 4 倍となった。

以上の結果から、電解質の添加は、電位差の向上をもたらすことが確認された。

【実施例 27】

【0094】

PEDOT/PSS 水溶液(濃度約 1.3%、バイエル社製、Baytron P)に、5%のエチレングリコールを添加し、シャーレ上に展開した。これを、恒温槽の中に配し、50℃、12 時間放置することにより、PEDOT/PSS のゲル膜を作製した。

次いで、シャーレ中に少量の蒸留水を加えた後、大量のアセトンでシャーレを満たすことにより、PEDOT/PSS のゲル膜をシャーレの内底面から剥がした。

そして、この剥がしたゲル膜を濾紙で挟み、大気中において加熱乾燥(80℃~100℃の範囲)することにより本例に係るゲル膜を得た。

その後、このゲル膜から、長さ 5 cm、幅 5 mm、膜厚 15 μ m の短冊状に切り出した試料 α を作製した。この試料 α を、水(蒸留水)およびアセトン中に交互に浸漬して、試料 α の体積変化を観察した。

【0095】

蒸留水に浸漬することで、試料 α の長さは 5 cm から 5.7 cm に変化し、約 14% 伸長した。これは親水性である試料 α が水和して、三次元的なゲルネットワーク中に水分子を取り込んで膨潤したためと思われる。膨潤が等方的に起こると仮定した場合、試料 α の乾燥重量に対する含水率は 48% であった。次に、蒸留水に浸漬してあった試料 α をアセトン中に浸漬すると急激に収縮し、その長さは 5.25 cm となった。これは、貧溶媒であるアセトンにより試料 α の脱水が起こったためと考えられる。また、試料 α は、水/アセトン中に交互に浸漬することで繰り返し体積変化が起こることも確認された。

以上の結果より、本例に係る導電性高分子ゲルからなる試料 α は、上記挙動が可能なことから、例えばアクチュエータとして好適な機能を備えていることが分かった。

上述した結果から、本発明に係る導電性高分子ゲルは短冊状にすることで、アクチュエータ用途として有望であることが明らかとなった。

【0096】

(比較例 2)

エチレングリコールを加えなかった他は実施例 27 と同様に操作したがエチレングリコールで架橋されていないため、実施例 27 のような力学的に強いゲル膜が得られなかった。

【産業上の利用可能性】

【0097】

本発明に係る導電性高分子ゲルは、外気が水の凝固点以下となるような厳しい条件下で使用した際にも安定した導電性が求められている、例えば室外に設置される電源として用いられる各種電池における電解質として使用でき出力特性の安定性の向上に寄与すること

ができる他、電解刺激応答、吸湿応答や感熱応答といった機能性ゲルなどとして導電性を利用した各種用途に適用可能である。

また、本発明に係る導電性高分子ゲルの製造方法は、極めて簡便な作業工程により上記導電性高分子ゲルを作製できるので、導電性高分子ゲルの低コスト化が図れるとともに、導電性高分子ゲルを利用する機器の低コスト化を図れ、また優れた量産工程を実現することができる。

短冊状に加工した本発明の導電性高分子ゲルは、浸漬させる溶液を、水と、例えばアセトンなどからなる溶剤とに置換するだけで、その長手方向に延び縮みする動作を繰り返すことができるので、各種アクチュエータとして利用できる機能を備えている。

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図1】導電性ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフエン)-ポリ(スチレンスルホン酸)(PEDOT/PSS)の分子構造を模式的に示す説明図である。

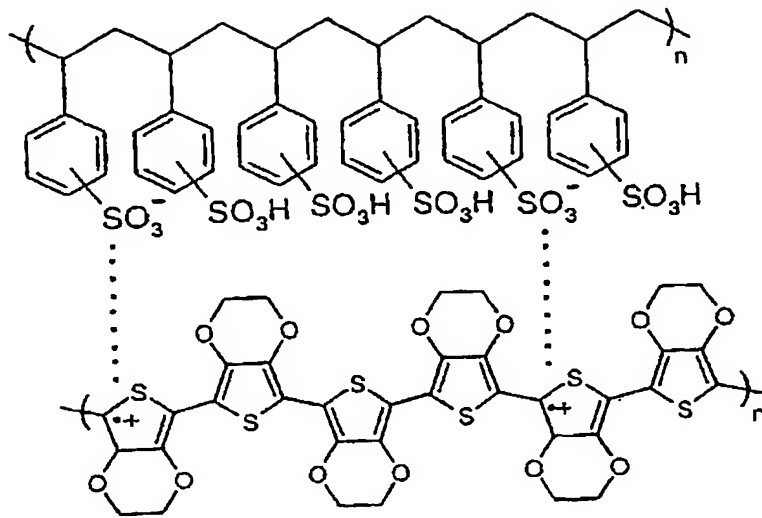
【図2】(A)は、PEDOT/PSSのコロイド水分散液を模式的に示す説明図であり、(B)は、(A)に示したPEDOT/PSSのコロイド水分散液に、界面活性剤を添加してゲル化して得られた本発明の導電性高分子ゲルを模式的に示す説明図である。

【符号の説明】

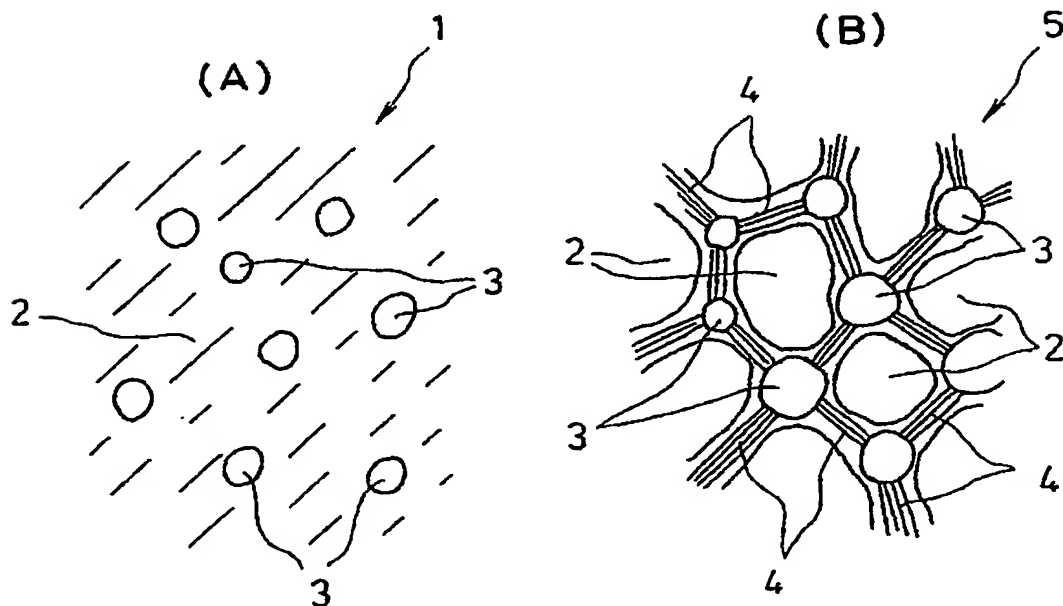
【0099】

- 1 PEDOT/PSSのコロイド水分散液
- 2 水
- 3 PEDOT/PSS分子
- 4 界面活性剤
- 5 導電性高分子ゲル

【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 水の凝固点以下の温度域からなる雰囲気に晒された場合でも、良好な導電性を維持することが可能である導電性高分子ゲル及び簡便な作業工程により安定して製造できるその製造方法及びそれを用いたアクチュエータの提供。

【解決手段】 水を主成分とし、導電性共役系高分子、界面活性剤および／またはアルコールを含む導電性高分子ゲルにより前記課題を解決できる。かかる構成の導電性高分子ゲルは電解質を含んでも構わない。前記導電性共役系高分子はドーパントがドーピングされている形態が望ましい。導電性共役系高分子コロイド分散液および／または導電性共役系高分子溶液に、界面活性剤および／またはアルコールを添加して静置することによりゲル化させる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 6 4 7 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 1 0 2 1 7]

1. 変更年月日	2 0 0 3 年 7 月 2 2 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区東新橋一丁目 7 番 3 号
氏 名	トッパン・フォームズ株式会社